

STRATEGI PENELITIAN BUDIDAYA UNTUK MENINGKATKAN PRODUKTIVITAS DAN DAYA SAING PALA

Research Strategy of Cultivation to Improve Productivity and Competitiveness of Nutmeg

RUDI SURYADI

Balai Penelitian Tanaman Rempah dan Obat
Indonesian Spice and Medicinal Crops Research Institute
Jalan Tentara Pelajar No. 3 Bogor, 16111 – Indonesia
Telp (0251) 8321879, Faks (0251) 83107010
e-mail : rudisuryadi69@yahoo.com

ABSTRAK

Indonesia adalah negara penghasil sekaligus pengeksport pala nomor satu di dunia. Pala merupakan komoditas strategis sub sektor perkebunan karena selain sebagai penghasil devisa negara juga penyerap lapangan kerja dengan melibatkan jumlah petani yang cukup banyak. Permasalahan yang dihadapi adalah masih rendahnya produktivitas dan kualitas pala Indonesia dibandingkan negara pengeksport pala lainnya, seperti Grenada dan India, sehingga daya saingnya menjadi rendah. Saat ini telah dilepas 4 varietas unggul pala yang mempunyai potensi produksi antara 5.120 - 7.500 butir/pohon atau 1.000 - 1.500 kg /tahun dengan kadar minyak atsiri pada biji antara 10,80% - 11,85% dan pada mace antara 13,9% - 20%. Apabila dalam pengembangan luas areal pertanaman pala menggunakan tanaman sambungan dari varietas unggul, maka potensi peningkatan produktivitasnya dapat ditingkatkan dari 472 kg/tahun menjadi 1.500 kg/tahun. Agar potensi produksi dari varietas unggul tersebut muncul, maka perlu didukung dengan teknologi budidaya yang benar dan efisien, seperti penentuan jarak tanam yang optimal, penentuan rekomendasi pupuk yang berimbang dan spesifik lokasi, serta optimasi sex ratio untuk meningkatkan tanaman yang produktif dari 60% menjadi 90% dengan penyambungan in situ. Namun, melihat perkembangan penelitian pala sampai saat ini, informasi hasil penelitian budidaya pala masih sangat terbatas. Oleh karena itu perlu disusun strategi penelitian budidaya untuk mendukung peningkatan produktivitas dan kualitas hasil yang efisien. Tersedianya teknologi budidaya pala yang applicable dan feasible akan mendorong tercapainya efisiensi peningkatan produktivitas dan kualitas, sehingga selain berdampak terhadap peningkatan pendapatan

petani juga akan meningkatkan daya saing pala Indonesia di pasar internasional.

Kata kunci : *Myristica fragrans*, budidaya, daya saing, efisien, produktivitas.

ABSTRACT

Indonesia is the first producer and exporter of nutmeg in the world. Nutmeg is a strategic commodity since it generates foreign exchange as well as providing jobs for number of farmers. The main problem in nutmeg is low productivity and product quality, hence the competitiveness is lower than other exporting countries such as Grenada and India. Currently, has been released four varieties of nutmeg prefect queue that have the potential to produce between 5.120 - 7.500 grains/tree or 1.000 -1.500 kg/year with oil content in seeds between 10,80% - 11,85% and the mace between 13,9% - 20%. If the development of area using grafting material of high-yielding varieties, the potential increase in productivity can be increased from 472 kg/year to 1.500 kg/year. In order for the potential production of high-yielding varieties appear, it needs to be supported with cultivation technology properly and efficiently, such as determining the optimal spacing, determination fertilizer recommendations impartial and specific locations, and optimization of sex ratio for increasing productive plant from 60% to 90 % with graftign in situ. However, information related to research cultivation on nutmeg is very limited. Therefore, it is important to develop research strategies of cultivation to support the improvement of productivity and product quality of nutmeg efficiently. The availability of cultivation technology applicable and feasible, the efforts to increase the productivity and quality of nutmeg be achieved efficiently, so that in addition to impact on farmers' income increase of

nutmeg will also improve the competitiveness of Indonesian nutmeg in the international market.

Keywords: *Myristica fragrans*, cultivation, competitiveness, efficient, quality, productivity.

PENDAHULUAN

Tanaman pala (*Myristica fragrans* Houtt) merupakan salah satu komoditas ekspor Indonesia dari sub sektor perkebunan yang strategis, karena menghasilkan devisa negara dan banyak petani yang terlibat sehingga berkontribusi dalam penyerapan tenaga kerja. Pada tahun 2013 devisa yang dihasilkan dari ekspor pala sebesar US \$ 122.000.000 dan petani yang terlibat berjumlah 168.658 KK (Ditjenbun, 2014). Indonesia merupakan negara penghasil sekaligus pengeksportir biji pala terbesar di dunia diikuti Grenada, India, Malaysia, Srilanka, dan Papua New Guinea. Kebutuhan pala dunia sebesar 70% di pasok Indonesia, diikuti Grenada sebesar 25%, dan selebihnya oleh India dan Papua New Guinea.

Persaingan yang sangat kompetitif terjadi diantara negara-negara eksportir pala dunia. Kondisi tersebut menjadi tantangan bagi Indonesia sebagai negara eksportir pala nomor satu dunia agar posisinya tidak tergeser oleh negara lain. Upaya yang harus dilakukan untuk mempertahankan posisi tersebut adalah dengan meningkatkan daya saing. Daya saing yang dimaksud adalah kemampuan meningkatkan efisiensi dalam peningkatan produktivitas dan kualitas hasil yang memenuhi persyaratan negara pengimpor sehingga diperoleh harga jual produk pala yang kompetitif.

Badan litbang Pertanian telah melepas 4 varietas pala unggul, yaitu Banda, Ternate 1, Tidore 1, dan Tobelo. Potensi produksinya antara 5.120 - 7.500 butir/pohon atau 1.000 - 1.500 kg /tahun (berat biji rata-rata 10 g/butir dan populasi 100 tanaman/ha). Kadar minyak atsiri pada biji antara 10,80% - 11,85% dan pada fuli antara 13,9% - 20%. Namun apabila tidak didukung oleh teknologi budidaya yang benar dan efisien, maka potensi produksi dari varietas unggul tersebut tidak akan tercapai. Saat ini, perkebunan pala di Indonesia hampir 98% dikelola oleh petani yang umumnya tingkat kemampuan SDM dan

finansialnya masih rendah. Kondisi tersebut berdampak terhadap pengelolaan kebun yang tidak optimal seperti penggunaan bahan tanaman dari seedling dan tidak unggul, jarak tanam yang tidak beraturan, saluran drainase dan sanitasi kebun yang kurang baik, serta pemupukan masih jarang dilakukan, sehingga produktivitasnya masih rendah yaitu 472 kg/ha/tahun. Produktivitas pala di India jauh lebih tinggi dari Indonesia yaitu 745 kg/ha.

Grenada sebagai negara pengeksportir pala nomor dua di dunia bergeser menjadi nomor sembilan digantikan oleh India pada tahun 2009. Bergesernya posisi tersebut disebabkan menurunnya daya saing, yaitu harga jual yang tidak kompetitif. Harga pala Grenada di pasar internasional pada saat itu lebih tinggi 60% dari rata-rata harga eksportir pala di dunia. Oleh karena itu, Indonesia perlu menyusun strategi penelitian budidaya pala yang efisien dalam meningkatkan produktivitas dan kualitas pala agar diperoleh harga jual yang kompetitif sehingga lebih berdaya saing.

PERKEMBANGAN LUAS AREAL, PRODUKSI DAN PRODUKTIVITAS PALA

Dalam kurun waktu sepuluh tahun (2005 - 2014), perkembangan luas areal pertanaman pala mengalami peningkatan yang cukup pesat dari 69.125 ha (2005) menjadi 146.903 ha (2014) dengan rata-rata peningkatan sebesar 7,89%. Perkembangan produksi juga mengalami peningkatan yang cukup pesat dari 8.198 ton (2005) menjadi 26.468 ton (2014) dengan rata-rata peningkatan sebesar 11,51%, sedangkan perkembangan produktivitas mengalami peningkatan yang lambat dari 304 kg/ha (2005) menjadi 472 kg/ha (2014) dengan rata-rata peningkatan 3,93%.

Produktivitas pala di Indonesia masih berpotensi untuk ditingkatkan. Hal ini dilihat dari data produktivitas di 10 sentra produksi pala (Tabel 1), terdapat 4 provinsi yang mempunyai produktivitas di atas rata-rata produktivitas nasional, yaitu Nangroe Aceh Darussalam (NAD), Maluku Utara, Maluku, dan Sumatera Barat masing-masing 632, 547, 477, dan 472 kg/ha. Pentingnya peningkatan produktivitas dilihat dari perbandingan data luas areal pertanaman

Tabel 1. Luas areal, produksi dan produktivitas pala di sentra produksi.

No.	Provinsi	Luas Areal (Ha)	Produksi (ton)	Produktivitas (kg/ha)
1	Maluku Utara	41.136	7.236	547
2	Maluku	34.820	4.878	477
3	Nangroe Aceh Darussalam	22.966	5.995	632
4	Sulawesi Utara	18.942	3.534	356
5	Papua Barat	8.240	1.423	303
6	Jawa Barat	5.695	865	357
7	Sulawesi Tengah	3.541	163	260
8	Sumatera Barat	3.571	1.267	472
9	Sulawesi Selatan	2.651	557	407
10	Nusa Tenggara Timur	1.497	111	307

Sumber : Ditjenbun, 2014

pala di NAD yang lebih rendah (22.966 ha) dibandingkan dengan luas areal pertanaman di Maluku (34.820 ha), namun produksi pala di NAD lebih besar (5.995 ton) dibandingkan di Maluku (4.878 ton).

Beberapa faktor yang diduga menyebabkan perbedaan tingkat produktivitas adalah: 1) kesesuaian lahan dan iklim; 2) bahan tanaman yang digunakan; 3) teknologi budidaya yang diterapkan; dan 4) adanya serangan hama dan penyakit. Keempat faktor tersebut selain dapat menentukan tingkat produktivitas dan kualitas hasil, juga dapat menentukan tingkat efisiensi dalam budidayanya. Upaya peningkatan produktivitas dan kualitas hasil pala perlu didukung teknologi budidaya yang dirakit dari hasil-hasil penelitian. Untuk mengetahui seberapa besar kontribusi dan dukungan penelitian terhadap upaya peningkatan produktivitas dan kualitas hasil pala, maka perlu diketahui sampai sejauh mana perkembangan penelitian pala sampai saat ini.

PERKEMBANGAN PENELITIAN PALA

Pada kegiatan plasma nutfah tahun 1992 dan 1993 telah ditanam sebanyak 33 tipe tanaman pala di Kebun Percobaan Cicurug, Jawa Barat, yang merupakan hasil dari eksplorasi dari beberapa daerah seperti Maluku, Sulawesi Utara, dan Papua. Hasil pengamatan Wahyuni *et al.*, (2008) menunjukkan bahwa panen buah pala hampir sepanjang tahun, namun panen besar biasanya terjadi pada bulan Mei-Juni. Variasi produksi buah pala (butir/pohon) sangat tinggi, baik antar tipe maupun dalam tipe yang sama. Produksi rata-rata buah pala secara kumulatif selama lima tahun adalah 1.195 butir/pohon,

dengan nilai keragaman produksi antar pohon 117,01%. Produksi pala meningkat selama 3 tahun pertama untuk semua tipe, namun yang konsisten meningkat selama lima tahun produksi adalah Kupal dan Ternate. Dari total koleksi hanya 37 nomor yang kontinuitas produksinya relatif baik, dan tujuh nomor di antaranya mempunyai produksi kumulatif lebih dari 4.000 butir/pohon, yaitu Bagea Yan Maliaro 221, Banda 11, Botol 137, Kupal 139, Patani 25, Patani 32, dan Patani 33. Produksi kumulatif tertinggi diperoleh dari Banda 11 (7.808 butir) dan Patani 33 (7.200 butir). Pada tahun 2009 telah dilepas 4 varietas unggul pala yang merupakan hasil kerjasama Balittri dengan Pemerintah Provinsi Maluku dan Maluku Utara yaitu Banda, Ternate 1, Tidore 1 dan Tobelo 1. Marzuki *et al.*, (2014), melaporkan bahwa dari pengujian tiga ekotipe pala Maluku, yaitu Banda, Ambon dan Luhu, kandungan kadar myristisin tertinggi dihasilkan oleh ekotipe Banda sebesar 13,76%. Varietas-varietas unggul pala tersebut hendaknya diperbanyak untuk keperluan rehabilitasi pertanaman maupun untuk penanaman baru sehingga produktivitasnya dapat meningkat.

Sampai saat ini bahan tanaman yang digunakan umumnya masih berasal dari perbanyakan generatif (biji). Permasalahan yang dihadapi adalah: 1) bahan tanaman yang dihasilkan beragam karena berasal dari benih hasil penyerbukan silang; 2) sulitnya menentukan jenis kelamin tanaman pala sejak stadia benih dan setelah ditanam di lapang, proporsi sex-ratio pertanaman pala tidak ideal (55 % betina, 5% hermaprodit, dan 40% jantan), sehingga hanya 60% tanaman yang produktif; 3) waktu umur mulai berbunga lebih lama, di Indonesia memerlukan waktu 5 - 6 tahun (Rusli dan

Heryana, 2012), dan di India berbunga setelah berumur 6 - 7 tahun (Rema *et al.*, 2009).

Untuk mengatasi permasalahan tersebut maka perbanyakkan bahan tanaman sebaiknya dilakukan dengan perbanyakkan vegetatif seperti sambung pucuk (*epicotyl grafting*). Penelitian perbanyakkan tanaman pala dengan sambung pucuk sudah dilakukan di India sejak tahun 1979. Methew dan Joseph (1982), melaporkan hasil penelitian sambung pucuk dengan metode *cleft graft* dan batang bawah pala hutan *Myristica beddomei* dengan tingkat keberhasilan 12%. Pada tahun 1980 keberhasilan sambung pucuk meningkat menjadi 48% dengan menggunakan metode *cleft graft*, tunas batang atas yang masih dorman dengan batang bawah pala hutan *Myristica beddomei* dan *M. malabarica*. Krishnamoorthy dan Methew (1984) berhasil meningkatkan keberhasilan penyambungan menjadi 74% - 80% dengan perlakuan waktu penyambungan pada bulan Agustus (80%) dan September (74%). Keberhasilan penelitian sambung pucuk akhirnya dijadikan sebagai acuan untuk perbanyakkan tanaman pala di India. Di Indonesia juga telah dilakukan penyambungan pala dengan tingkat keberhasilan mencapai lebih dari 80% menggunakan batang bawah berumur 3 bulan.

Studi kesesuaian lahan dan iklim untuk tanaman pala telah dilakukan di daerah Sumatera Barat dan Jawa Barat (Tabel 2). Di daerah asalnya yaitu Banda-Maluku, tanaman pala tumbuh pada ketinggian 0 - 700 m dpl, curah hujan sekitar 2.656 mm/th dengan jumlah hari hujan 167 hari merata sepanjang tahun. Suhu berkisar antara 18°C - 34°C, suhu yang terbaik

untuk pertumbuhan tanaman pala antara 25°C - 30°C. Tanaman pala sangat peka terhadap angin kencang, oleh karena itu penanaman pala membutuhkan tanaman pelindung atau penahan angin. Angin yang bertiup terlalu kencang bukan saja menyebabkan penyerbukan bunga terganggu, tetapi juga menyebabkan bunga, buah dan pucuk tanaman akan gugur. Tanaman pelindung yang terlalu rapat dapat menghambat pertumbuhan pala dan menjadi saingan dalam penyerapan unsur hara. Tanaman pala menghendaki naungan yang rendah sekitar 25 - 30%. Pohon pelindung yang banyak ditanam di Maluku, Maluku Utara dan Sulawesi Utara adalah kenari dan kelapa, sedangkan di Papua umumnya bercampur dengan berbagai pohon hutan. Di India, tanaman pelindung yang digunakan adalah tanaman kelapa.

Informasi penelitian pemupukan pada tanaman pala masih sangat terbatas yang ditunjukkan dengan masih terbatasnya kegiatan penelitian pemupukan. Direktorat Jenderal Perkebunan pada tahun 1978 mengeluarkan anjuran pemupukan untuk tanaman pala (Tabel 3) (Lubis, 1992).

Pada tahun 1989 telah dilakukan penelitian pemupukan pada tanaman pala produktif di daerah Gebugan yang bertujuan untuk menekan serangan busuk buah pala. Kombinasi perlakuan fungisida propiconazole dengan pemupukan dosis per tanaman 1.100 g urea + 1.100 g TSP + 1.600 g KCl + 1.000 g dolomit dapat menekan serangan penyakit busuk buah sampai 13% dibandingkan dengan menggunakan fungisida saja yang hanya menekan 7,4% (Emmyzar *et al.*, 1989). Hasil penelitian Balitro yang dilakukan di

Tabel. 2 kesesuaian lahan dan iklim tanaman pala.

Variabel	Kriteria		
	Amat Sesuai	Sesuai	Hampir Sesuai
Ketinggian Tempat (m dpl)	0-700	700-900	>900
Curah hujan (mm/tahun)	2.000-3.500	1.600-2.000	<1.500 atau >4.500
Hari hujan (hari)	100-160	80-100	<80 atau >180
Temperatur (° C)	25-28	20-25	25 atau 31
Kelembaban udara (%)	60-80	55-60	55 atau 85
Drainase	Baik	Agak baik sampai baik	Agak baik
Tekstur tanah	Berpasir	Liat berpasir/lempung berpasir	Liat
Kemasaman tanah	Netral	Agak masam	Agak masam

Sumber : Rosman *et al.*, 1989 dalam Lubis (1992)

Tabel 3. Anjuran pemupukan tanaman pala pada tanah dengan kadar hara rendah.

Umur	Dosis pupuk (kg/ha/tahun)		
	N	P ₂ O ₅	K ₂ O
1	20	20	30
2-3	40	40	50
4-6	80	80	100
7-15	100	100	150
>15	120	100	150

perkebunan pala PTP XVIII di Gebungan dan Jatirunggo, menunjukkan bahwa kombinasi penggunaan pupuk dan fungisida ternyata dapat menekan intensitas serangan patogen busuk buah sampai 21,7% serta dapat meningkatkan produksi sampai 47% (Tombe dan Wiratno, 1992).

Pemupukan yang direkomendasikan di India pada tanaman umur 1 tahun dengan dosis per tanaman/tahun adalah 20 g N + 18 g P₂O₅ + 50 g K₂O, kemudian dosisnya semakin meningkat setiap tahunnya sampai 500 g N + 250 g P₂O₅ + 1.000 g K₂O untuk tanaman berumur lebih dari 15 tahun (Anandaraj *et al.*, 2005). Perbedaan anjuran dosis pemupukan yang dilakukan di Indonesia dan di India, menunjukkan adanya perbedaan iklim, jenis tanah dan tingkat kesuburan tanahnya yang berpengaruh terhadap penentuan dosis pupuk yang diberikan. Untuk meningkatkan efisiensi pemupukan, telah dilakukan penelitian oleh Nair dan Chandra (2001), bahwa penggunaan bakteri *Azotobakter* dan *Azospirillum* dapat meningkatkan pertumbuhan benih tanaman pala. Khususnya *Azospirillum* yang diisolasi dari *A. brasilense* memberikan pengaruh yang lebih baik terhadap pertumbuhan benih tanaman pala, karena *A. brasilense* lebih mudah beradaptasi terhadap kondisi tanah yang lebih masam, serta memiliki kemampuan untuk memfiksasi N dan memproduksi phytohormon seperti auksin dan sitokinin yang lebih tinggi.

Dari perkembangan penelitian tersebut, masih banyak yang perlu dilengkapi terutama aspek budidayanya, sehingga perlu disusun strategi penelitian budidaya yang efisien untuk meningkatkan produktivitas dan daya saing pala.

STRATEGI PENELITIAN BUDIDAYA YANG EFISIEN

Penerapan teknologi budidaya yang efisien merupakan salah satu indikator yang menentukan keberhasilan dalam meningkatkan produktivitas dan daya saing pala. Beberapa faktor penentu untuk mendapatkan teknologi budidaya yang efisien adalah: 1) penggunaan bahan tanaman unggul hasil sambungan; 2) penerapan jarak tanam yang ideal agar tanaman tumbuh dan berkembang dengan baik dengan jumlah tanaman per satuan luas yang optimal; 3) penerapan rekomendasi pemupukan yang efisien; dan 4) merehabilitasi pertanaman pala yang produktivitasnya rendah.

1. Perbanyak Bahan Tanaman

Permasalahan rendahnya produktivitas pala diantaranya bahan tanaman yang digunakan masih dari seedling (biji) yang menyebabkan sulitnya menentukan jenis pohon jantan dan betina sejak stadia benih sehingga proporsi sex-ratio pertanaman pala tidak ideal (55 % betina, 5% hermaprodit, dan 40% jantan) dan hanya 60% tanaman yang produktif. Selain itu tanaman sampai berbunga membutuhkan waktu yang cukup lama (5 - 7 tahun). Oleh karena itu, perlu penggunaan bahan tanaman pala hasil sambungan yang unggul, sehingga akan diperoleh kepastian jenis pohon jantan dan betina sejak stadia benih, kepastian varietas, keunggulan produksinya, dan waktu yang dibutuhkan sampai tanaman berbunga lebih cepat (3 - 4 tahun). Keberhasilan perbanyak vegetatif dengan sambung pucuk sudah cukup tinggi, sehingga dapat digunakan untuk perbanyak varietas unggul pala sebagai batang atasnya. Namun sampai saat ini batang bawah

yang digunakan masih belum diuji keunggulannya. Batang bawah yang digunakan hendaknya mempunyai ketahanan terhadap cekaman biotik dan abiotik (Cholid *et al.*, 2014).

Iklim sangat berpengaruh terhadap budidaya tanaman pala. Fenomena dampak perubahan iklim yang terjadi akhir-akhir ini seperti El Nino telah mengakibatkan kemarau yang berkepanjangan. Kondisi tersebut menyebabkan terjadinya evapotranspirasi yang tinggi sehingga suhu dalam tanah meningkat dan terjadi cekaman ketersediaan air. Tanaman dengan volume akar yang besar mampu mengabsorpsi air lebih banyak sehingga mampu bertahan pada kondisi kekurangan air (Palupi dan Dedywiryanto, 2008; Djazuli, 2010). Tanaman yang mengalami cekaman menjadi lemah dan mudah terserang hama dan penyakit (Vadez *et al.*, 2007). Oleh karena itu, tanaman pala hasil sambungan selain batang atasnya mempunyai keunggulan dalam produksi, tentunya batang bawah yang digunakan hendaknya mempunyai keunggulan terhadap cekaman ketersediaan air.

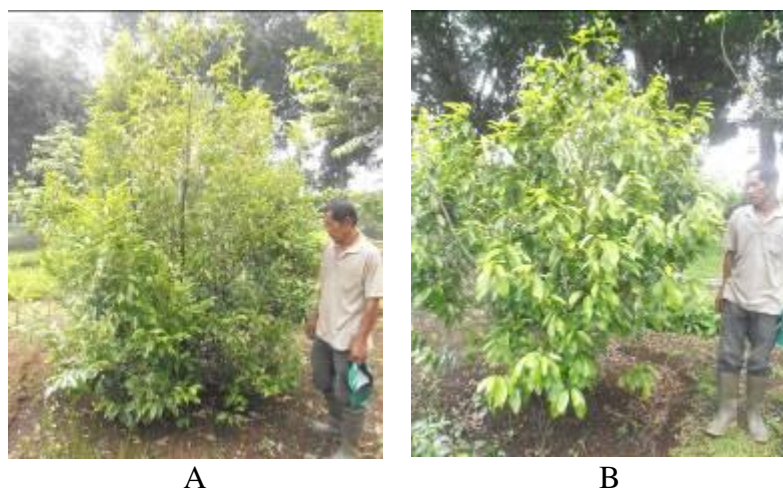
Tanaman yang mempunyai akar lateral dan akar rambut yang rimbun dengan akar tunggang yang mempunyai daya tembus lebih dalam, selain mampu lebih banyak menyerap hara juga mampu memanfaatkan air yang lebih dalam sehingga tanaman masih tumbuh dengan baik pada kondisi cekaman ketersediaan air (Nio dan Torey, 2013). Pengujian untuk mendapatkan calon batang bawah yang toleran terhadap cekaman ketersediaan air dapat memanfaatkan benih pala dari pohon induk terpilih yang ditanam di Kebun Percobaan Balittro yang berada di Cicurug dan Sukamulya Sukabumi, Jawa Barat.

Hasil penelitian Rusli dan Heryana (2012) menunjukkan bahwa tanaman pala hasil sambungan menggunakan batang atas dari cabang ortotrop mempunyai karakter morfologi lebih baik dibandingkan dari cabang plagiotrop (Tabel 4). Bentuk tajuk dari cabang ortotrop lebih sempurna tumbuh ke atas, sedangkan tanaman pala yang disambung dengan cabang plagiotrop tumbuhnya menyamping (Gambar 1).

Tabel 4. Pengaruh cabang ortotrop dan plagiotrop terhadap tinggi batang, tinggi tanaman, diameter batang dan jumlah cabang grafting pala umur 20 bulan.

Asal cabang	Tinggi batang (cm)	Tinggi tanaman (cm)	Diameter batang (mm)	Jumlah cabang
Ortotrop	21,75 a	131,25 a	2,47 a	21,50 a
Plagiotrop	15,80 b	105,20 b	1,88 b	16,20 b
KK (%)	8,89	33,91	10,12	38,42

Keterangan : Angka yang diikuti huruf yang sama pada setiap kolom tidak berbeda nyata pada taraf 5%.



Gambar 1. Tanaman pala hasil sambungan dengan batang atas dari cabang ortotrop (A), dan plagiotrop (B) umur 4 tahun di KP. Sukamulya.

Bentuk tajuk tanaman berpengaruh terhadap luas daun total, semakin besar luas daun yang terkena cahaya matahari maka semakin tinggi transpirasi yang terjadi. Proses transpirasi mengakibatkan terangkutnya air dan hara dari akar menuju daun serta mempengaruhi terjadinya konduktivitas stomata yaitu membukanya stomata, sehingga akan terjadi fiksasi CO₂ (McDowell *et al.*, 2008). Semakin besar luas daun total maka semakin banyak stomata yang terbuka, sehingga fiksasi CO₂ semakin tinggi. Proses fotosintesis memerlukan CO₂ dan air sehingga semakin tinggi CO₂ yang difiksasi oleh stomata daun maka laju fotosintesis ($\text{CO}_2 + \text{H}_2\text{O} \rightarrow \text{C}_6\text{H}_{12}\text{O}_6 + \text{O}_2$) semakin meningkat. Pada tanaman kemiri, bentuk tajuk yang simetris menghasilkan produksi buah kemiri yang lebih tinggi dibandingkan bentuk tajuk yang tidak simetris (Lanisa, 2015). Bentuk tajuk juga berpengaruh terhadap produksi jarak pagar (Lestari, 2013). Menurut Daswir (1989), pada tanaman cengkeh dengan bentuk tajuk silindrikal (95,10 %) diperoleh %tase bunga matang petik tertinggi dan terendah pada bentuk tajuk piramidal (75,43 %).

Bahan tanaman hasil penyambungan dengan varietas unggul tidak akan muncul potensi produksinya yang tinggi apabila tidak disertai dengan penerapan teknologi budidaya yang benar seperti penentuan jarak tanam yang ideal, dan pemupukan yang berimbang sesuai dengan kebutuhan tanaman.

2. Jarak Tanam

Jarak tanam yang digunakan oleh petani pala masih sangat bervariasi. Sejumlah petani di Kabupaten Halmahera Utara menanam tanaman pala dengan jarak tanam yang tidak teratur (36,4%) dan jarak tanam teratur (63,6%) dengan jarak 3 x 3 m, 5 x 5 m, 6 x 6 m, 8 x 8 m, bahkan 12 x 12 m (Patty dan Kastanja, 2013). Jarak tanam masih sangat tergantung dari tingkat pengetahuan petani dalam cara budidaya tanaman pala. Sebagian petani yang menjadikan tanaman pala sebagai tanaman sela, menerapkan jarak tanam 3 x 3 m, 5 x 5 m, bahkan 12 x 12 m dan sangat tergantung dari jarak tanaman kelapa sebagai tanaman utama, sedangkan petani yang menanam pala secara monokultur biasanya

menggunakan jarak tanam 6 x 6 m, 7 x 7 m atau 8 x 8 m, disesuaikan dengan luas lahan yang dimiliki.

Pada tanaman karet, penentuan jarak tanam sangat berpengaruh terhadap produksi kering lateks (Cahyo *et al.*, 2011). Penggunaan jarak tanam 5 x 4 m menghasilkan produksi kering lateks lebih tinggi (36,69 g/p/s) dibandingkan dengan penggunaan jarak tanam ganda dan jarak tanam ganda + tumpangsari masing-masing 35,72 g/p/s dan 15,39 g/p/s. Pada jarak tanam 5 x 4 m, kompetisi air, hara dan cahaya sangat rendah serta indeks luas daun yang dihasilkan relatif tinggi, sehingga fotosintesis berlangsung secara maksimal yang berakibat terhadap tingginya produksi lateks. Sedangkan pada penggunaan jarak tanam ganda + tumpangsari terjadi kompetisi air, hara dan cahaya yang tinggi karena tingginya kerapatan tanaman dengan adanya tanaman sela, sehingga indeks luas daun rendah dan fotosintesis berlangsung tidak maksimal. Pada tanaman kedelai, penggunaan jarak tanam 35 x 35 cm menghasilkan produksi 180,87 g/tanaman dan menurun pada jarak tanam 20 x 20 cm yaitu 84,20 g/tanaman (Pangli, 2014).

Pada pertanaman campuran kelapa + cengkeh + pala, perbedaan jarak antara tanaman kelapa sebagai tanaman utama dengan tanaman cengkeh dan pala berpengaruh terhadap pertumbuhan tanaman cengkeh dan pala. Tanaman cengkeh dan pala yang ditanam pada jarak kurang dari 2,65 m dari tanaman kelapa mengalami pertumbuhan yang terhambat dibandingkan dengan jarak lebih dari 2,65 m dari tanaman kelapa. Hal tersebut disebabkan oleh pertumbuhan akar kelapa dapat mencapai 2,65 m, sehingga tanaman cengkeh dan pala kalah bersaing dalam menyerap air dan hara (Pandey *et al.*, 2014). Untuk mendapatkan jarak tanam yang ideal, harus diketahui karakter morfologi tanamannya seperti bentuk tajuk, lebar tajuk maksimal, dan lebar perakaran yang efektif untuk menyerap hara. Penentuan jarak tanam yang ideal bertujuan agar tidak terjadi atau meminimalisir kompetisi antar tanaman dan diperoleh jumlah tanaman per satuan luas yang optimal.



Gambar 2. Kondisi pertanaman pala di KP. Cicurug dengan jarak tanam 8 x 8 m

Pertanaman pala di Kebun Percobaan Cicurug dengan bahan tanaman berasal dari biji yang ditanam dengan jarak tanam 8 x 8 m pada umur 24 tahun menunjukkan tajuk antar tanaman sudah saling tumpang tindih (*overlap*), dengan lebar tajuk 465 cm - 480 cm dari pangkal batang pokok (Gambar 2). Oleh karena itu, agar tajuknya tidak cepat terjadi tumpang tindih, maka penentuan jarak tanamnya minimal 10 x 10 m. Penentuan jarak tanam yang dapat digunakan untuk tanaman pala hasil sambungan dengan cabang ortotrop adalah 10 x 10 m, karena pertumbuhan tajuknya menyerupai tanaman yang berasal dari biji. Sedangkan untuk tanaman pala hasil penyambungan dengan cabang plagiotrop, jarak tanamnya dapat lebih rapat seperti 5 x 5 m atau 6 x 6 m, karena tanamannya lebih pendek.

3. Pemupukan

Pemupukan bertujuan untuk menambah unsur hara ke dalam tanah. Unsur hara yang banyak dibutuhkan tanaman adalah hara makro seperti N, P, K, Ca, dan Mg. Penentuan jumlah pupuk yang diberikan hendaknya didasarkan pada jumlah unsur hara yang dibutuhkan tanaman untuk pertumbuhan dan perkembangan yang optimal, sehingga pupuk yang diberikan akan efisien. Pupuk yang digunakan dapat berupa pupuk anorganik, pupuk organik, dan pupuk hayati, atau kombinasi ke tiga pupuk tersebut.

Pupuk anorganik

Unsur hara dikatakan esensial apabila memenuhi kriteria, yaitu: 1) tidak adanya unsur tersebut mengakibatkan pertumbuhan tanaman tidak normal, gagal menyelesaikan daur hidupnya atau kematian prematur; 2) fungsi unsur tersebut spesifik dan tidak dapat digantikan oleh unsur yang lain; dan 3) unsur tersebut berpengaruh langsung terhadap pertumbuhan atau metabolisme. Efisiensi penggunaan pupuk anorganik perlu diperhatikan karena untuk pengadaannya cukup mahal. Oleh karena itu, perlu diterapkan prinsip pemupukan berimbang dengan memperhatikan 4 tepat, yaitu: 1) tepat dosis, yaitu sesuai dengan status hara tanah, kebutuhan tanaman dan target hasil; 2) tepat waktu, yaitu hara tersedia saat tanaman memerlukan dalam jumlah banyak; 3) tepat cara, yaitu penempatan pupuk di lokasi dimana tanaman secara efektif mengakses hara; dan 4) tepat jenis/bentuk, yaitu formula pupuk sesuai dengan jenis tanah dan kebutuhan tanaman.

Komposisi hara juga perlu diperhatikan dalam pemupukan. Di India, komposisi NPK yang diterapkan adalah 2:1:4 dengan dosis 500 g N + 250 g P₂O₅ + 1.000 g K₂O. Hasil penelitian di Indonesia menunjukkan bahwa komposisi pemupukan dengan dosis 1.100 g urea + 1.100 g TSP + 1.600 g KCl + 1.000 g dolomit dapat menekan serangan penyakit busuk buah sampai 13% dibandingkan dengan menggunakan fungisida saja yang hanya menekan sebesar 7,4% (Emmyzar *et al.*, 1989). Pada kedua dosis tersebut terlihat bahwa komposisi unsur K lebih tinggi dibandingkan N dan P. Hal ini menunjukkan bahwa peran K sangat penting untuk meningkatkan produktivitas dan kesehatan tanaman. Unsur K memegang peranan penting dalam metabolisme tanaman antara lain terlibat langsung dalam proses fisiologis baik aspek biofisik maupun biokimia. Pada aspek biofisik, K berperan dalam pengendalian tekanan osmotik, turgor sel, stabilitas pH, dan pengaturan air melalui kontrol stomata, dan pada aspek biokimia, K berperan dalam aktivitas enzim pada sintesis karbohidrat dan protein, serta meningkatkan translokasi fotosintat dari daun (Farhad *et al.*, 2010). Selain itu unsur K berperan

dalam memperkuat dinding sel dan terlibat dalam proses lignifikasi jaringan sclerenchym.

Unsur K dapat meningkatkan ketahanan tanaman terhadap penyakit tertentu. Dengan pemberian K, senyawa lignin yang terbentuk menjadi lebih tebal, sehingga dinding sel menjadi lebih kuat dan dapat melindungi tanaman dari gangguan patogen. Tanaman memerlukan K antara 50-300 kg K/ha/musim tanam. Kebutuhan K oleh tanaman setara dengan kebutuhan N, bahkan pada beberapa tanaman serapan K lebih tinggi dibandingkan N seperti padi lahan sawah dan kering (Fageria *et al.*, 2001). Hal ini menunjukkan bahwa kebutuhan K oleh tanaman cukup tinggi dan apabila kebutuhan tersebut tidak terpenuhi maka proses metabolisme tanaman terganggu sehingga produktivitas tanaman dan mutu hasil menjadi rendah. Unsur K secara nyata meningkatkan pertumbuhan dan produksi terna kering, kadar dan produksi minyak nilam (Syakir dan Gusmaini, 2012). Selain itu K juga dapat meningkatkan efisiensi penggunaan pupuk N dan P. Hal ini ditunjukkan oleh serapan hara N dan P yang tertinggi diperoleh dengan pemberian 60 kg K_2SO_4 /ha (Syakir dan Gusmaini, 2012). Peran K dalam meningkatkan serapan N, P, dan K juga dilaporkan oleh Liu *et al.*, (2008), Singh dan Rao, (2009), dan Baque *et al.*, (2006).

Pupuk organik dan hayati

Efisiensi pemupukan dapat juga dilakukan dengan penggunaan pupuk organik dan pupuk hayati. Pupuk organik dapat memperbaiki sifat fisik, kimia, dan biologi tanah, serta meningkatkan kemampuan mengikat air. Asam humik pada pupuk organik dapat mengkhelat P terjerap menjadi P tersedia bagi tanaman. Penambahan pupuk organik 560 kg/ha dapat meningkatkan efisiensi penggunaan pupuk NPK yang ditunjukkan oleh peningkatan tinggi tanaman caisim sebesar 2 - 10%, jumlah daun 1 - 2%, dan produksi 16 - 36%. Selain itu, nilai *Relative Agronomic Effectiveness* (RAE) untuk perlakuan NPK + pupuk organik lebih tinggi yaitu 136 - 181% dari pada RAE perlakuan NPK saja, yaitu 100% (Widowati, 2009). Peran pupuk organik untuk meningkatkan efisiensi penggunaan pupuk anorganik dilaporkan juga

oleh Siwanto *et al.*, (2015) yang menunjukkan bahwa efisiensi N tertinggi yaitu 89.19% pada aplikasi dosis 500 kg/ha pupuk organik+ 200 kg/ha pupuk anorganik, sedangkan efisiensi P dan K tertinggi yaitu masing-masing 69.55% dan 92.52% pada aplikasi dosis 750 kg/ha pupuk organik + 300 kg/ha pupuk anorganik.

Upaya efisiensi pemupukan juga dapat menggunakan pupuk hayati yaitu dengan memanfaatkan bakteri pelarut N seperti *azotobakter* dan *azospirilum* dan bakteri pelarut P seperti *Pseudomonas*. Bakteri tersebut berperan selain sebagai *plant growth regulator* karena menghasilkan zat pengatur tumbuh seperti auksin dan sitokinin, juga berperan dalam mereduksi penggunaan pupuk N dan P anorganik. Pemberian kompos yang diperkaya dengan mikrob dapat memacu pertumbuhan dan produksi padi sawah dan padi gogo di tanah masam. Perlakuan kompos yang diperkaya dengan 7 isolat mikrob dan penambahan NPK dengan dosis 50% memberikan hasil tertinggi. Penggunaan pupuk hayati dapat mengurangi penggunaan 50% dosis pupuk NPK (Aryanto *et al.*, 2015). Maryanto dan Abubakar (2010) juga melaporkan bahwa pemberian pupuk hayati majemuk sampai konsentrasi 2% mampu menurunkan kelarutan aluminium, meningkatkan P tersedia, serapan P, pertumbuhan dan produksi tanaman selada. Konsentrasi pupuk hayati majemuk 2% + 75 g/ha P_2O_5 batuan fosfat alam menghasilkan serapan P tertinggi yaitu 1,65 g P_2O_5 per tanaman.

Selain itu fungi mikoriza arbuskula (FMA) juga dapat dimanfaatkan untuk mengurangi penggunaan pupuk P anorganik karena dapat melepaskan P yang tidak tersedia di dalam tanah menjadi P tersedia bagi tanaman. FMA juga dapat meningkatkan toleransi tanaman terhadap cekaman kekeringan. Pemberian mikoriza meningkatkan bobot kering tajuk, derajat infeksi akar, serapan P tanaman serta kadar P tersedia tanah (Sagala *et al.*, 2013). Mikoriza memegang peranan penting dalam meningkatkan pertumbuhan, berat kering akar dan pupus *Chloris gayana* dalam kondisi cekaman kekeringan (Pebriansyah *et al.*, 2012). Saat ini mikoriza sudah banyak dimanfaatkan di pertanian, perkebunan, kehutanan, rehabilitasi lahan bekas tambang,

maupun sebagai agensia hayati (Hajoeningtjas dan Purnawanto, 2007; Trisilawati, 2007; Corryanti *et al.*, 2007; Nurtjahja *et al.*, 2007; Suswati *et al.*, 2007).

Rekomendasi pemupukan

Setiap jenis tanah mempunyai sifat fisik, kimia dan biologi yang berbeda, sehingga penyusunan rekomendasi pemupukan sebaiknya diarahkan pada pemupukan yang spesifik lokasi. Pemupukan yang berimbang tidak hanya untuk mencapai efisiensi peningkatan produktivitas dan kualitas hasil pala, tetapi juga diharapkan dapat meningkatkan kesehatan tanaman pala. Apabila kebutuhan hara tanaman tercukupi maka kesehatan tanaman meningkat sehingga tanaman tidak mudah terserang hama dan penyakit. Sampai saat ini belum diperoleh informasi mengenai kadar hara yang dibutuhkan untuk pertumbuhan dan perkembangan tanaman pala yang optimal untuk setiap umur tanaman. Salah satu pendekatan yang dapat dilakukan adalah dengan mengambil sampel daun dari pertanaman pala yang pertumbuhannya optimal pada setiap tingkat umur tanaman untuk dianalisis kadar haranya. Hasil analisis tersebut dapat dijadikan sebagai acuan/standar dalam penentuan dosis pemupukan. Rekomendasi pemupukan tanaman tahunan umumnya disusun berdasarkan hasil analisis tanaman, dan jarang sekali atau tidak pernah menggunakan hasil uji tanah.

4. Rehabilitasi

Rehabilitasi diartikan sebagai kegiatan untuk meningkatkan produktivitas kebun yang ada (*existing nutmeg plantation*) dengan mengganti tanaman pala betina yang berproduksi rendah atau mengganti tanaman pala jantan dengan pala betina unggul melalui penyambungan langsung di lapang (*top working*). Dengan demikian akan merubah proporsi sex-ratio yang sebelumnya tidak ideal (jumlah tanaman pala jantan > 40% atau 4 : 10) menjadi ideal (jumlah tanaman pala jantan <10 % atau 1 : 10), sehingga produksi meningkat dari 60% menjadi 90%. Rema *at al.*, (2009) melaporkan bahwa upaya meningkatkan produktivitas pala di India juga dengan penerapan teknologi *top working* (Gambar 3).

KESIMPULAN

Produktivitas dan mutu pala yang rendah merupakan permasalahan dalam peningkatan daya saing pala Indonesia di pasar internasional. Salah satu indikator untuk meningkatkan daya saing adalah adanya dukungan teknologi budidaya yang efisien. Beberapa faktor penentu untuk mendapatkan teknologi budidaya yang efisien adalah: 1) Penyediaan bahan tanaman unggul hasil penyambungan yang berproduksi tinggi dan toleran terhadap cekaman biotik dan abiotik; 2) Penentuan jarak tanam yang ideal untuk mendapatkan jumlah tanaman per satuan luas yang optimal, sehingga tidak terjadi kompetisi air, hara dan cahaya antar tanaman,



Sumber : <http://textlab.io/doc/5209749/my-experience-with-nutmeg-nursery-production>

Gambar 3. Pemotongan batang pokok pohon pala jantan (A), penyambungan dengan batang atas dari pohon betina unggul dan diberi naungan (B), pohon pala hasil *top working* yang sudah berbuah (C)

serta terciptanya iklim mikro yang baik dan dapat meminimalisir terjadinya serangan hama dan penyakit. Tanaman pala hasil sambungan dengan batang atas dari cabang ortotrop, jarak tanam yang digunakan adalah 10 x 10 m karena pertumbuhan tajuk menyerupai bahan tanaman dari biji. Sedangkan hasil sambungan dengan cabang plagiotrop jarak tanam yang digunakan adalah 5 x 5 m atau 6 x 6 m, karena pertumbuhan tanaman lebih pendek; 3) Dalam menentukan rekomendasi pemupukan harus diarahkan pada pemupukan spesifik lokasi. Komposisi pupuk K harus lebih tinggi dibandingkan pupuk N dan P, karena pupuk K dapat meningkatkan serapan hara N dan P, meningkatkan produksi dan kualitas hasil, serta ketahanan tanaman. Pemberian pupuk organik seperti pupuk kandang, kompos dan pupuk hayati mikroba *azotobakter*, *azospirillum*, *mikroriza*, dan *pseudomonas* sangat penting karena selain dapat meningkatkan efisiensi pemupukan anorganik, juga dapat meningkatkan produksi dan mutu hasil tanaman, ketahanan tanaman, dan mendukung sistem pertanian yang berkelanjutan. Untuk meningkatkan efisiensi pemupukan perlu dikombinasikan ke tiga pupuk tersebut: 4) Perlu dilakukan rehabilitasi pertanaman pala dengan cara *top working* untuk memperbaiki komposisi sex-ratio jantan dan betina yang semula tidak ideal (4 : 10) menjadi ideal (1 : 10), sehingga dapat meningkatkan produktivitas tanaman dari 60% menjadi 90%. Komponen teknologi budidaya yang dihasilkan perlu dirakit menjadi paket teknologi budidaya pala yang *applicable* dan *feasible*, sehingga diharapkan berdampak terhadap peningkatan produktivitas dan daya saing sekaligus pendapatan petani pala.

DAFTAR PUSTAKA

- Anandaraj . Devasahaam S. John Zahariah T. Krishnamoorthy B. 2005. Nutmeg. Indian Institute of Spice Research. p. 1-7.
- Aryanto A., Triadiati, Sugiyanta, 2015. Pertumbuhan dan Produksi Padi Sawah dan Gogo dengan Pemberian Pupuk Hayati Berbasis Bakteri Pemacu Tumbuh di Tanah Masam. Jurnal Ilmu Pertanian Indonesia (JIPI). 20 (3): 229–235
- Baque A., A. Karim, A. Hamid, H. Tetsushi, 2006. Effect of Fertilizer Potassium on Growth, Yield and Nutrient Uptake of Wheat (*Triticum aestivum*) Under Water Stress Condition. Urna of South Pasific Studies 27 (1) : 26-35.
- Cahyo A.N., R. Ardika, T. Wiaya, 2011. Konsumsi Air dan Produksi Karet Pada Berbagai Sistem Pengaturan Jarak Tanam dalam Kaitannya dengan Kandungan Air Tanah. Jurnal Penelitian Karet 29 (2) : 110-117.
- Cholid M, S Susanto, Djumali, B.S. Purwoko, 2014. Pemilihan Batang Bawah Jarak Pagar (*Jatropha curcas* Linn) Toleran Terhadap Cekaman Kekeringan. Jurnal Littri 20 (1) : 45-56.
- Corryanti, J. Soedarson, B. Radjagukguk, S.M. Widyastuti, 2007. Pengaruh Pemupukan NPK terhadap Aktivitas Fosfatase Alkalin pada Jati (*Tectona grandis*) yang diinokulasi Spora Fungi Mikoriza Arbuskula. Prosiding Seminar Nasional Mikoriza II. Seameo Biotrop. Hlm. 97-104.
- Daswir, 1989. Pengaruh bentuk dan sektor tajuk terhadap produksi cengkeh. Buletin Penelitian Tanaman Rempah dan Obat. 4 (1) : 1-5.
- Ditjenbun. 2014. Statistik Perkebunan Indonesia 2012-2014. Tanaman Rempah dan Penyegar. Hlm. 81-108.
- Djazuli M, 2010. Pengaruh Cekaman Kekeringan Terhadap Pertumbuhan dan Beberapa Karakter Morfo-fisiologis Tanaman Nilam. Bul Littro. 21(1) : 8-17
- Emmyzar, R. Rosman, H. Muhammad, 1989. Tanaman Pala. Perkembangan Penelitian Agronomi Tanaman Rempah dan Obat. Edsus. 5(1) : 52-59.
- Fageria, N.K., M.P.B. Filho, and J.H.C. Da Costa, 2001. Potassium use efficiency in common bean genotype. J. Plant Nutr. 24: 1937-1945.
- Farhad, I.S.M., M.N. Islam, S. Hoque, and M.S.I. Bhuiyan, 2010. Role of potassium and sulphur on the growth, yield, and oil content of soybean (*Glycine max* L.). Ac. J. Plant Sci. 3(2): 99-103.

- Harjoeningtjas dan Purnawanto. 2007. Pengaruh Fungi Mikoriza Arbuskula pada Jagung Manis (*Zea mays saccharata* Sturt) dengan Konsentrasi Zn Media Tanam yang Berbeda. Prosiding Seminar Nasional Mikoriza II. Seameo Biotrop. Hlm. 25-31
- Krishnamoorthy B. dan Mathew P.A. 1984. Epicotyl in Nutmeg Using *M. fragrans* as Rootstock. Indian Cocoa, Arecanut & Spice Journal. 9(2) : 50-51.
- Lanisa S, 2015. Hubungan Diameter, Bentuk Tajuk, dan Posisi Tajuk Terhadap Produksi Buah Kemiri (*Aleurites moluccana*) Pada Hutan Kemiri Rakyat di Kabupaten Bantaeng. [Thesis]. Universitas Makasar. 108 hlm.
- Lestari, 2013. Pengaruh Panjang Entres Terhadap Pertumbuhan dan Produksi Buah Jarak Pagar Hasil Penyambungan. Agrovigor 6 (1) : 81-86.
- Liu, Z.H., L.H. Jiang, X.L. Li, R. Hardter, W.J. Zhang, Y.L. Zhang, and D.F. Zheng. 2008. Effect of N and K fertilizers on yield and quality of greenhouse vegetable crops. Pedosphere 18 (4) : 496-502.
- Lubis M.Y. 1992. Budidaya Tanaman Pala. Perkembangan Penelitian Tanaman Pala dan Kayumanis. Edsus. Penelitian TRO. 8(1) : 8-23.
- Maryanto J. Dan Abubakar 2010. Pengaruh Konsentrasi Pupuk Hayati Majemuk dan Batuan Fosfat Alam Terhadap Serapan P oleh Tanaman Selada (*Lactuca sativa* L.) di Tanah Andisols. Agrovigor. 3(2) : 110-117.
- Marzuki I, B. Joefrie, S.A. Aziz, H. Agustua, M. Surahman. 2014. Physico-Chemical Characterization of Maluku Nutmeg Oil. International Journal of Science and Engineering 7(1): 61-64.
- Mathew P.A. dan Joseph J. 1982. Epicotyl Grafting in Nutmeg (*Myristica fragrans* Houtt). J. Plant Crops 10 : 61-63.
- McDowell N.G., S. White and W.T. Pockman. 2008. Transpiration and Stomatal Conductance Across a Steep Climate Gradient in The Southern Rocky Mountains. Ecohydrol. 1 : 193- 204. DOI: 10.1002/eco.20
- Nair S.K. dan N. Chandra. 2001. Effect of Biofertilizer Application on Growth of Nutmeg (*Myristica fragrans* HOUTT). Journal of Tropical Agriculture. 39 : 65-66
- Nio S.A dan P. Torey, 2013. Karakter Morfologi Akar Sebagai Indikator Kekurangan Air Pada Tanaman. Jurnal Bioslogos 3 (1) : 1-9.
- Nurtjahya E, D. Setiadi, E. Guhardja, Muhadiono, Y. Setiadi, N.F. Mardatin, 2007. Status Fungi Mikoriza Arbuskula (FMA) pada Sukesi Lahan Pasca Tambang Timah di Bangka. Prosiding Seminar Nasional Mikoriza II. Seameo Biotrop. hlm. 151-159.
- Palupi E.R, Dedywiryanto Y, 2008. Kajian karakter toleransi cekaman kekeringan pada empat genotipe bibit kelapa sawit (*Elaeis guineensis* Jacq). Bul Agron 36 (1) : 24-32
- Pandey C.B., M. Begum, S.K. Singh, D. Saha, 2014. Coconut-based homegardens: mechanisms of complementarity in sharing of growth resources among homegarden trees in the South Andaman Islands of India. Tropical Ecology. 55 (3): 339-348.
- Pangli M, 2014. Pengaruh Jarak Tanam Terhadap Pertumbuhan dan Hasil Kedelai (*Glicine max* L. Merril. Jurnal AgroPet 11 (1) : 1-9.
- Patty Z, dan A.Y. Kastana, 2013. Kajian Budidaya Tanaman Pala di Kabupaten Halmahera Utara (Studi Kasus di Kecamatan Galela Barat, Tobelo Selatan dan Kao Utara). Jurnal Agroforestri. 8(4): 295-300
- Pebriansyah A., Karti, P.D.M.H and Permana, A.T., 2012. Effect of Drought Stress and Addition of Arbuscula Mycorrhizal Fungi (AMF) on Growth and Productivity of Tropical Grasses (*Chloris gayana*, *Paspalum dilatatum*, and *Paspalum notatum*). Pastura. 2(1) : 41 - 48
- Rema J. Mathew P.A. Krishnamoorthy B. 2009. Top Working in Nutmeg Through Top Budding. Indian Institute of Spice Research. p. 35-36.
- Rusli dan Heryana N. 2012. Karakter Morfologi Pala Asal Grafting menggunakan Cabang Ototrof dan Plagiotrof. Buletin Ristri. Vol. 3 (3):263-268.
- Sagala Y, A.S. Hanafiah, Razali, 2013. Peranan Mikoriza Terhadap Pertumbuhan, Serapan

- P, dan Cd Tanaman Sawi (*Brassica juncea* L.) serta Kadar P dan Cd Andisol yang diberi Fosfat Alam. Jurnal Online Agroekoteknologi. 2 (1): 487-500
- Singh, M. and R.S.G. Rao, 2009. Influence of sources and dosages of N and K on herbage, oil yield, and nutrient uptake of patchouli (*Pogostemon cablin* (Blanco) Benth.) in semiarid tropics. J. Indust. Crops and Prod. INDCRO. 5161:1-6.
- Siwanto T, Sugiyanta, Maya Melati, 2015. Peran Pupuk Organik dalam Peningkatan Efisiensi Pupuk Anorganik pada Padi Sawah (*Oryza sativa* L.). J. Agron. Indonesia. 43 (1) : 8 - 14
- Suswati, T. Habazar, Yefriwati, 2007. Peningkatan Ketahanan Bawang Merah (*Allium cepa* var *ascolonicum* Backer) terhadap Penyakit Hawar Daum Bakteri (*Xanthomonas axonopodis* pv. *allii*). Prosiding Seminar Nasional Mikoriza II. Seameo Biotrop. hlm. 225-230.
- Syakir M, dan Gusmaini, 2012. Pengaruh Penggunaan Sumber Pupuk Kalium Terhadap Produksi dan Mutu Minyak Nilam. Jurnal Littri. 18(2) : 60 – 65.
- Tombe M dan Wiratno. 1992. Hama dan Penyakit Pala di Indonesia. Perkembangan Penelitian Tanaman Pala dan Kayumanis. Edsus. Penelitian TRO. Vol. VIII (1) : 24-30.
- Trisilawati O, 2007. Efektivitas Fungi Mikoriza Arbuskula dan Pupuk NPK terhadap Pertumbuhan dan Produksi Nilam (*Pogostemon cablin*). Prosiding Seminar Nasional Mikoriza II. Seameo Biotrop, hlm. 45-51.
- Vadez V, Khrisnamurthy, J. Kashimagi, J. Kholova, J.M. Devi, K.K. Sharma, P. Bhatnagar, D.A. Hoisington, C.T. Hash, F.R. Bidinger, J.D.H. Keatinge, 2007. Exploiting The Functionality of Root Systems for Dry, Saline, and Nutrient Deficient Environments in a Changing Climate. E-Journal ICRISAT. 4 : 1-15.
- Wahyuni S. Hadad E.A., Suparman, dan Mardiana. 2008. Keragaan Produksi Palsma Nutfah Pala (*Myristica fragrans*) di KP Cicurug. Buletin Plasma Nutfah .14(2) : 68-75.
- Widowati L.R., 2009. Peranan Pupuk Organik terhadap Efisiensi Pemupukan dan Tingkat Kebutuhannya untuk Tanaman Sayuran pada Tanah Inseptisols Ciherang, Bogor. J. Tanah Trop 14 (3) : 221-228